

# Analyse van ongevallen op fietsroutes

R-93-18

J.P.M. Tromp

Leidschendam, 1993

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV  
Postbus 170  
2260 AD Leidschendam  
Telefoon 070-3209323  
Telefax 070-3201261

## Samenvatting

In het kader van het Masterplan Fiets is een analyse van weg-, verkeers- en ongevalkenmerken van tien geselecteerde fietsroutes uitgevoerd. De belangrijkste vraag was: is 'scheiden' (fietsers buiten de hoofdrijbaan) veiliger dan 'mengen' (fietsers op de rijbaan)? Tot nu toe zijn wegvakken en kruispunten steeds apart onderzocht, zonder hun onderlinge samenhang. In dit onderzoek daarentegen wordt uitgegaan van routes: hier vindt een bundeling plaats van individuele ritten, met een min of meer gelijk ritmotief. Deze routes zijn door wegbeheerders aangewezen. Er bleken nauwelijks gegevens over (brom)fietsintensiteiten en intensiteiten en snelheden van gemotoriseerd verkeer aanwezig. Op de routes zijn daarom metingen verricht.

Vanwege de complexe relaties tussen de diverse kenmerken zijn statistische analysetechnieken gebruikt.

Het blijkt dat op basis van het verzamelde materiaal nog geen conclusies te trekken zijn over een eventueel risicoverschil tussen 'gemengd' en 'gescheiden', vanwege een gebrek aan correcte ophoogfactoren voor fietsintensiteiten en de vermoedelijke rol van onderliggende, niet onderzochte factoren.

Aanbevolen wordt alsnog correcties op de ophoogfactoren toe te passen, desnoods op basis van schattingen; verder wordt aanbevolen gegevens toe te voegen en andere analyses uit te voeren.

## Summary

### **Analysis of accidents on cycle routes**

As part of the Bicycle Master Plan, an analysis of road, traffic and accident characteristics was performed on ten selected cycle routes. The principal question was: is the 'separation' of cyclists (keeping them off the main roadway) safer than 'mixing' cyclists (allowing them on the roadway)? To date, stretches of road and intersections have always been studied separately, without considering the relationship between the two. This study, in contrast, is based on selected routes. These combine individual routes that underlie a more or less similar trip motive, as defined by the road authorities. It was noted that there were hardly any data available on moped and cycle intensities and the intensities and speed of motorised traffic. These routes were therefore subjected to measurements. Due to the complex relationships between the various characteristics, statistical methods of analysis were used. On the basis of the collected material, it proved impossible to draw any conclusions on potential differences in risk between 'mixed' and 'separate' traffic, due to a lack of correct upward adjustment factors for cycle intensities and the probable role of underlying, uninvestigated factors.

It is recommended to nevertheless apply corrections to the upward adjustment factors, if necessary on the basis of estimates; in addition, it is recommended to add further data and to perform other analyses.

# Inhoud

1. *Inleiding: Het route-idee*
2. *Fietsroutes*
3. *Het aanwijzen van routes door de wegbeheerder*
4. *Veronderstellingen*
5. *Het verzamelen van de gegevens*
- 5.1. *Intensiteits- en snelheidsmetingen*
- 5.2. *Ongevallengegevens*
6. *Het verwerken van de gegevens*
7. *Resultaten*
8. *Statistische analyse*
9. *Discussie*
10. *Aanbevelingen*

*Tabellen 1 t/m 6*

*Bijlagen I en II*

## Verantwoording

De metingen zijn uitgevoerd door W.H.M. van der Pol, J.G. Arnoldus en G.A. Varkevisser (SWOV); de ongevalgegevens zijn uit de beschikbare VOR-bestanden geselecteerd door W.H.M. van der Pol en A. Blokpoel (SWOV); de statistische analyses zijn uitgevoerd door J.M.J. Bos (SWOV).

## 1. Inleiding: Het route-idee

Bij onderzoek naar de verkeersveiligheid van fietsers en bromfietsers is tot nu toe altijd uitgegaan van het beschouwen van wegvakken en kruispunten apart. Dit kan echter maatregelen opleveren die op bepaalde locaties voordelen bieden, die elders weer teniet worden gedaan. Voorbeeld is het toepassen van vrijliggende fietspaden, waarbij een verbetering van de verkeersveiligheid op de wegvakken geheel of gedeeltelijk teniet kan worden gedaan door de toegenomen onveiligheid op de bijbehorende kruispunten. Bij een verplaatsing over een route zal de gebruiker echter geen onderscheid maken tussen wegvakken en kruispunten: hij *moet* ook over kruispunten en zal een route als een samenhangend geheel ervaren. Constateringen als deze hebben geleid tot onderzoek, waarbij wegvakken en kruispunten in hun onderlinge samenhang worden beschouwd en waarbij ook het werkelijke gebruik (ritmotief, aantal fietsers) voorop heeft gestaan. Een andere overweging is de categoriseringsgedachte: het aanbieden van een beperkt aantal categorieën wegen (in dit geval (brom)fietswegen), met een samenhangende vormgeving, en bij de categorie passende voorzieningen en gedragsregels. De bedoeling van categorisering is het minimaliseren van het verschil tussen het door de wegbeheerder beoogde gedrag en het feitelijke, door de weggebruiker vertoonde gedrag. Middel hiertoe is de vormgeving: door een logische en consequente eigen vormgeving wordt een bepaalde categorie snel herkend, worden de juiste verwachtingen opgeroepen over de aan te treffen situaties en wordt een aangepast gedrag uitgelokt.

In het 'Masterplan Fiets' is één van de doelstellingen het doen van aanbevelingen aan de wegbeheerder voor een onder meer zo veilig mogelijke vormgeving van (brom)fietswegen. De categoriseringsgedachte kan hierbij een handzaam hulpmiddel zijn om bestaande situaties te beoordelen en aanbevelingen te doen voor nieuwe vorm te geven situaties. Het gaat dan niet meer over bepaalde, geïsoleerde situaties, maar over opeenvolgingen van situaties. Voor de hand liggend is dan het idee de opeenvolging van situaties tussen herkomst en bestemming te behandelen. Ook dit leidt tot het 'route'-idee.

Een route wordt gedefinieerd als een opeenvolgend samenstel van wegvakken en kruispunten, waarop een bundeling van individuele ritten plaatsvindt, met een min of meer gelijke herkomst en bestemming (= ritmotief). Voorbeeld: een traject van de 'uitgang' van een woonwijk naar de 'ingang' van een industriegebied.

Een routevak is een opeenvolging van wegvakken en kruispunten van een route, waarbinnen hoofdkenmerken - bijvoorbeeld intensiteit, aanwezigheid fietspad enz. - gelijk zijn.

## 2. Fietsroutes

Een route maakt verplaatsingen mogelijk; het aantal en soort verplaatsingen wordt uitgedrukt in aantallen passerende fietsers en bromfietsers (de intensiteit) en in het ritmotief.

In de praktijk komen bijzonder veel verschillende ritmotieven voor, zoals tussen huis, winkel, (bus)station, school en werkplek. Ook recreatie is een veelvuldig voorkomend motief.

De meest voorkomende ritmotieven zijn 'school' en 'woon-werk'. Deze ritmotieven brengen bepaald kenmerken met zich mee, zoals het tijdstip van de verplaatsing, een bepaalde leeftijdscategorie, en een bepaald gedrag. Zo zullen werkroutes een ochtend- en avondspits kennen en voornamelijk in stedelijke gebieden voorkomen; onder de gebruikers zullen weinig jongeren voorkomen. Schoolroutes zullen een ochtend- en middagspits kennen, terwijl de gebruikers voornamelijk jongeren zullen zijn, met een typerend gedrag (zoals fietsen in trossjes, uitgelaten zijn).

In dit onderzoek zijn uiteindelijk tien 'fietsroutes' bepaald, verdeeld naar ritmotief en geografische kenmerken. Ritmotieven zijn 'school', 'woon-werk' en een combinatie van deze twee; en geografische kenmerken zijn: stedelijke gebieden en niet-stedelijke gebieden.



### 3. Het aanwijzen van routes door de wegbeheerder

De wegbeheerders (gemeenten) in de gekozen gebieden is om medewerking gevraagd bij het bepalen van de routes. Door middel van een gestructureerd interview is bepaald welke belangrijke fietsroutes in het gebied aanwezig zijn. Bij de uiteindelijke selectie hebben onder meer ritmotief, minimumlengte e.d. een rol gespeeld. Hierna zijn de geselecteerde routes deel voor deel besproken om eventuele knelpunten en problemen te achterhalen. Onderzocht zijn in het niet-stedelijke gebied twee 'school'-routes in Oud-Beijerland, twee 'gemengde' routes in Hillegom-Lisse en één 'school'- en één 'werk'-route in Culemborg-Geldermalsen en in het stedelijke gebied één 'school'- en drie 'gemengde' routes in Eindhoven-Veldhoven. De routes lopen door over de grens van de bebouwde kom. De structuur van deze meningpeiling heeft ook als uitgangspunt gediend om gedragswaarnemingen op enkele routes op te zetten: op een route in Oud-Beijerland en op een route in Eindhoven zijn door de SWOV enige gedragsstudies uitgevoerd, onder meer een methode om de vormgeving van kruispunten te waarderen met het begrip 'complexiteit van ontmoetingen'. Deze methode verkeert nog in een pril stadium en er zal nog een relatie met de verkeersonveiligheid gelegd moeten worden (Twisk & Hagenzieker, 1993).

Bij deze interviews is gebleken dat er bijzonder weinig gegevens over fietsers en bromfietsers aanwezig zijn: alleen in Eindhoven zijn in 1986 op beperkte schaal intensiteiten van fietsers gemeten.

Uit de interviews is ook naar voren gekomen dat slechts in weinig gevallen duidelijke en consequente ideeën over vormgeving van fietsvoorzieningen aanwezig zijn of uitgevoerd kunnen worden. Dit komt gedeeltelijk door gebrek aan goede gegevens, gedeeltelijk door geldgebrek en wisselvallige aandacht van de politiek voor fietsers en fietsvoorzieningen. Mede door in de loop der tijd verschuivende inzichten over inrichting en vormgeving van wegen heeft dit geleid tot soms bizarre wisselingen van fietsvoorzieningen op de routes.

Groot was de behoefte van de ondervraagde wegbeheerders om meer gegevens over fietsers en bromfietsers op het gebied van inrichting, vormgeving, verkeersafwikkeling en verkeersveiligheid.

Ook is gebleken dat sommige routes pas betrekkelijk kort in gebruik zijn, vooral vanwege schoolverplaatsingen en -fusies.

## 4. Veronderstellingen

Verondersteld is dat de onveiligheid van fietsers of bromfietsers, uitgedrukt in het aantal bij ongevallen betrokkenen per afgelegde (brom)fietskilometer (de individuele onveiligheid), afhangt van:

- de intensiteit van (brom)fietsers;
- de intensiteit van motorvoertuigen;
- de snelheid van het gemotoriseerde verkeer.

en eveneens afhangt van de aanwezigheid van aparte fietsvoorzieningen. Ook de aard van het gebied (stedelijk of niet-stedelijk) zal een rol spelen.

De hoeveelheid verkeer bepaalt voor een groot deel de kans op conflicten en ongevallen, terwijl de snelheid van invloed is op de afloop van ongevallen en op de mogelijkheid aangepast te reageren op eventuele conflicten. Hierbij is vooral de snelheid van het gemotoriseerde verkeer van belang. De snelheid van fietsers is over het algemeen gering, evenals de invloed daarvan op de afloop van ongevallen. Bromfietsers rijden vaak met te hoge snelheid; dit wordt hier als een vast gegeven beschouwd dat zich zal weerspiegelen in de onveiligheid van deze groep verkeersdeelnemers.

Verder is nog verondersteld dat er verband is tussen de onveiligheid van fietsers of bromfietsers en de combinatie van intensiteit en snelheid van gemotoriseerd verkeer: een geringe onveiligheid bij weinig, langzaam rijdende voertuigen, en een grotere onveiligheid bij veel, snel rijdende voertuigen.

## 5. Het verzamelen van de gegevens

### 5.1. Intensiteits- en snelheidsmetingen

Omdat er bij de gemeenten in het onderzoek bijna geen gegevens over fietsers en bromfietsers aanwezig bleken te zijn, heeft de SWOV metingen verricht.

De tien routes zijn onderverdeeld in routevakken: opeenvolgende wegvakken en kruispunten met gelijke hoofdkenmerken. Er zijn in totaal 100 routevakken.

Op de routes zijn in 1992 op 28 locaties en in 1993 op 20 locaties intensiteiten van fietsers, bromfietsers en motorvoertuigen gemeten. Daarnaast is de snelheid van motorvoertuigen gemeten en is een opname van het dwarsprofiel van de weg ter plaatse van de meetlocatie gemaakt.

Per locatie is telkens ongeveer twee uur gemeten. De gemeten waarden zijn opgehoogd en toegevoegd aan de aangrenzende routevakken. Van schoolroutes zijn geen aparte ophoogfactoren voor (brom)fietsintensiteiten beschikbaar; hiervoor zijn ophoogfactoren uit stedelijke gebieden gebruikt: in feite zijn dan de intensiteiten te hoog geschat.

### 5.2. Ongevallengegevens

De ongevallengegevens zijn geselecteerd uit de bij de SWOV aanwezige bestanden van de Dienst Verkeersongevallenregistratie (VOR) te Heerlen. Deze bestanden bevatten door de politie geregistreerde ongevallen.

Bij de selectie uit de VOR-bestanden is uitgegaan van het aantal bij ongevallen met letsel en/of dodelijke afloop betrokken fietsers of bromfietsers in de periode 1987 t/m 1991. De methode is als volgt: Per gemeente wordt aangegeven welke straatnamen op de route voorkomen. Er wordt een lijst gegenereerd van wegvakken en kruispunten waarop in de aangegeven periode letselongevallen zijn gebeurd. Op deze lijst wordt aangegeven welke wegvakken en welke (takken van) kruispunten tot de route behoren. Vervolgens wordt een koppeling gemaakt met ongevallen met fietsers en bromfietsers. De bij ongevallen op kruispunten betrokken fietsers of bromfietsers, die uit de bij de route behorende takken van het kruispunt zijn gekomen, worden aan die takken toegewezen. Achterliggende gedachte is dat de directe voorgeschiedenis van de fietser op een vóór een dergelijk kruispunt gelegen wegvak (met bepaalde kenmerken) mede aanleiding kan zijn tot het ontstaan van ongevallen op dat kruispunt.

Ongevallen waarbij de betrokken (brom)fietsers de route kruisten, worden dus weggelaten. Aldus ontstaan routevakken waarop het aantal bij ongevallen betrokken fietsers- of bromfietsersslachtoffers bepaald is.

## 6. Het verwerken van de gegevens

Per routevak zijn de aantallen bij ongevallen betrokken fietsers en bromfietsers bepaald en intensiteits- en snelheidsgegevens toegevoegd. Daarnaast is de aanwezigheid van fietsvoorzieningen bepaald uit de bij de SWOV aanwezige bestanden van verkeersaders binnen de bebouwde kom en van tweede- en derde-ordewegen buiten de bebouwde kom. Hierbij geldt dat als over de gehele lengte van een wegvak uit het bestand of over meer dan 50% van die lengte parallelvoorzieningen buiten de hoofdrijbaan voor fietsers of bromfietsers of voor alle verkeer aanwezig zijn, dit als een fietsvoorziening wordt beschouwd. De overige gevallen zijn als 'gemengd verkeer' beschouwd. Deze gegevens over de aanwezigheid van fietsvoorzieningen zijn gecontroleerd aan de hand van de waarnemingen op de meetlocaties.

## 7. Resultaten

In totaal zijn er 213 bij ongevallen betrokken fietsers en 269 betrokken bromfietsers op 100 wegvakken met een totale lengte van 45,3 kilometer: 25,5 km in niet-stedelijk gebied en 19,8 km in stedelijk gebied.

In Tabel 1 is het aantal betrokken (brom)fietsersslachtoffers en de (brom)fietsprestatie in miljoenen kilometers weergegeven, beide over vijf jaar.

In Tabel 2 zijn deze aantallen betrokkenen per miljoen (brom)fietskilometers weergegeven. Te zien is dat dit risico voor bromfietsers ongeveer een factor acht à negen hoger ligt. Voor fietsers zijn de risico's in het stedelijk gebied groter dan in het niet-stedelijke gebied; het risico bij 'gescheiden' is in het niet-stedelijke gebied ongeveer 15% groter dan bij 'gemengd'. In het stedelijke gebied is het risico bij 'gescheiden' bijna 25% kleiner dan bij 'gemengd'. Voor bromfietsers is het risico bij 'gescheiden' in het niet-stedelijke gebied maar liefst 80% groter dan bij 'gemengd'. In het stedelijke gebied is het risico bij 'gescheiden' gelijk aan dat van gemengd.

In Tabel 3 is de kruispunt dichtheid - het aantal kruispunten per kilometer weglengte - weergegeven. Deze kruispunt dichtheid blijkt bij 'gemengd' voor beide gebieden gelijk te zijn. Voor 'gescheiden' is de niet-stedelijke dichtheid ca. 20% lager en de 'stedelijke' dichtheid ca. 10% hoger dan bij 'gemengd'. De kruispunt dichtheid kan van invloed zijn op het niveau van onveiligheid. Deze invloed is bij 'gemengd' anders dan bij 'gescheiden': bij aanwezigheid van fietsvoorzieningen zal de onveiligheid voor het overgrote deel ontstaan op de kruispunten en nauwelijks op de fietspaden of vent-wegen. Bij gemengd verkeer ontstaat ook onveiligheid op de tussengelegen wegvakken.

Verder zijn in Tabel 4 de gemiddelde intensiteiten van fietsers en bromfietsers weergegeven. De fietsintensiteit is alleen voor 'gemengd - niet-stedelijk' afwijkend, ongeveer de helft van de andere gemiddelde intensiteiten. Bij bromfietsen is de situatie bijna identiek.

In de Tabellen 5 en 6 zijn de intensiteiten en snelheden van het gemotoriseerde verkeer weergegeven. De gemiddelde intensiteiten verschillen tussen 'gemengd' en 'gescheiden' in het niet-stedelijke gebied een factor drie, in het stedelijke gebied een factor anderhalf. De gemiddelde snelheden zijn bij 'gescheiden' hoger dan 'gemengd'; tussen niet-stedelijk en 'stedelijk' gebied is weinig verschil.

Het verschil in risico tussen 'gemengd' en 'gescheiden' in het niet-stedelijk gebied kan voor een deel verklaard worden door het verschil in intensiteit: bij 'gescheiden' is de gemiddelde intensiteit meer dan twee maal zo hoog als bij 'gemengd'. Er zijn verder nog belangrijke verschillen in de gemiddelde intensiteiten en snelheden van het gemotoriseerd verkeer. Mogelijk treden interacties op met niet-onderzochte kenmerken van de routes, met eventueel invloed op het uiteindelijke risico. Te denken valt aan de aard van het kruispunt, de aanwezigheid van een voorrangregeling of een verkeerslichteninstallatie e.d.

## 8. Statistische analyse

Om inzicht te krijgen in de complexe samenhang tussen de variabelen in het onderzoek, is een statistische analyse uitgevoerd. Hiervoor is eerst een homogeniteitsanalyse (HOMALS) uitgevoerd en vervolgens een canonische correlatie-analyse (CANALS). Vanwege het verkennend karakter zijn deze analyses in eerste instantie alleen op fietsers betrokken.

### *HOMALS*

In Bijlage I is een beschrijving gegeven van de HOMALS-analyse. Conclusie is dat de aanwezigheid van een fietspad samenhangt met de aard van het gebied en met de hoeveelheid en de snelheid van gemotoriseerde verkeer. Het risico van fietsers hangt gedeeltelijk samen met de aanwezigheid van fietspaden en voor een ander deel met de intensiteiten van fietsers en bromfietsers.

### *CANALS*

In Bijlage II is een beschrijving gegeven van de CANALS-analyse. Uit de analyse blijkt dat 'onveiliger' gepaard gaat met hogere intensiteiten van zowel (brom)fietsers als motorvoertuigen, met stedelijk gebied en met hogere motorvoertuigsnelheden. Daarnaast is er een indicatie dat fietspaden in stedelijke gebieden *onveiliger* zouden zijn (bij gelijke gemiddelde intensiteiten als bij gemengd verkeer). Er blijken echter nogal wat kenmerken een (onduidelijke) relatie te hebben met het risico. De gevonden verbanden zijn niet al te sterk, vandaar dat van indicaties gesproken wordt.

Uit de analyse ontstaat de indruk dat er in niet-stedelijke gebieden geen verschil in risico voor fietsers tussen 'gemengd' en 'gescheiden' zou bestaan, kennelijk ondanks het verschil in gemiddelde intensiteit.

Bij stedelijke gebieden is er sprake van een tegenspraak tussen de resultaten (zoals weergegeven in Tabel 2) en die uit de analyse. Dit wijst erop dat onderliggende, niet bij de analyses beschouwde kenmerken van de routes een rol zouden kunnen spelen bij risicoverschillen tussen 'gemengd' en 'gescheiden'.

Ook vanwege de onzekerheden over de betrouwbaarheid van de gebruikte intensiteitsgegevens (zie Hoofdstuk 9 Discussie) is het niet mogelijk conclusies te trekken over de verschillen in risico tussen 'gemengd' en 'gescheiden'.

## 9. Discussie

De gebruikte ophoogfactoren voor intensiteit stammen uit gegevens van onderzoek in Eindhoven en Rijswijk en gelden strikt genomen alleen voor gemengde ritmotieven in stedelijke gebieden. Voor 'school'- en voor 'werk'-routes zijn op dit moment geen gegevens beschikbaar over de intensiteitsverdeling over het etmaal. Indien deze wel beschikbaar zouden zijn, zou het geschetste beeld van de risico's bij 'gemengd' en 'gescheiden' wel eens heel anders kunnen liggen.

Op zuivere schoolroutes zullen de fietsers 's ochtends 'heen' gaan en 's middags weer 'terug', met duidelijke pieken op de schoolspitsuren. Op gemengde routes in stedelijke gebieden zal er de gehele dag in twee richtingen fietsverkeer zijn. Een correctie zal in ieder geval de intensiteit halveren (één richting in plaats van twee). Verdergaande correctie (bijna geen fietsers buiten de schoolspitsuren) zal een verdergaande reductie van de etmaalintensiteit betekenen. Deze correctie zal lagere intensiteiten opleveren en dus een groter risico.

Op de werkroutes zal eveneens een dergelijke correctie nodig zijn.

In dit onderzoek is als hoofdzaak gezocht naar risicoverschillen tussen 'gemengd' en 'gescheiden'. Wellicht is het zinvoller om een vervolganalyse te richten op onderzoek naar die factoren die het risico bepalen; de indruk bestaat namelijk dat wel of geen fietspaden maar beperkt van invloed is op dit risico.

De verzamelde aantallen ongevallen zijn niet groot. De groep routevakken is weinig homogeen: de wegvakken zijn zowel binnen als buiten de bebouwde kom gelegen, in onder meer een grote stad en op het platteland. Hierom moeten resultaten uit dit onderzoek met de nodige omzichtigheid behandeld worden.

Als met de gevolgde methode meer gedetailleerde uitspraken moeten worden gedaan, zal het aantal te verzamelen ongevallen groter moeten zijn. Deze uitbreiding zal niet gezocht kunnen worden in uitbreiding van het aantal jaren van onderzoek (nu: vijf jaar), omdat de gebruikte routes door allerlei wijzigingen slechts een bepaalde tijd in gebruik zullen zijn. Hier moet dan eerder aan een uitbreiding van het aantal routes gedacht worden.

## 10. Aanbevelingen

1. Aanbevolen wordt een correctie te plegen op de gebruikte ophoogfactoren voor (brom)fietsintensiteiten. Hiervoor kunnen schattingen worden gebruikt of ophoogfactoren op basis van te meten intensiteitsverdelingen over de dag van fietsverkeer naar ritmotief.

2. Niet onderzocht is in welke mate onderliggende factoren, zoals verschillen in bepaalde kenmerken van stedelijke en niet-stedelijke gebieden, het risico voor fietsers meebepalen. Daarom wordt voorgesteld het huidige gegevensbestand van de fietsroutes uit te breiden met gegevens over het aandeel ventwegen, het aandeel fietsstroken, de aard van de kruispunten, de aard van de verkeersregeling (voorrang, verkeerslichten) enz. en daarmee nadere analyses uit te voeren.



## Tabellen 1 t/m 6

Tabel 1A. *Verdeling van de aantallen bij ongevallen betrokken fietsers met letsel en de fietsprestatie in miljoenen kilometers in de periode 1987-1991 naar gebied en fietsvoorziening.*

Tabel 1B. *Verdeling van de aantallen bij ongevallen betrokken bromfiet-sers met letsel en de bromfietsprestatie in miljoenen kilometers in de peri-ode 1987-1991 naar gebied en fietsvoorziening.*

Tabel 2A. *Aantallen bij ongevallen betrokken fietsers met letsel per mil-joen fietskilometers naar gebied en fietsvoorziening.*

Tabel 2B. *Aantallen bij ongevallen betrokken bromfiet-sers met letsel per miljoen bromfietskilometers naar gebied en fietsvoorziening.*

Tabel 3. *Kruispunt dichtheden, inclusief begin- en eindkruispunt naar gebied en fietsvoorziening.*

Tabel 4A. *(Met lengte) gewogen intensiteiten van fietsers naar gebied en fietsvoorziening.*

Tabel 4B. *(Met lengte) gewogen intensiteiten van bromfiet-sers naar gebied en fietsvoorziening.*

Tabel 5. *(Met lengte) gewogen intensiteiten van motorvoertuigen naar gebied en fietsvoorziening.*

Tabel 6. *Gemiddelde snelheden van motorvoertuigen naar gebied en fiets-voorziening.*

Gebied	Fietsvoorziening		Gescheiden		Totaal	
	Gemengd Aantallen fietsers met letsel	Fietsers prestatie km x 10 <sup>6</sup>	Aantallen fietsers met letsel	Fietsers- prestatie km x 10 <sup>6</sup>	Aantallen fietsers met letsel	Fietsers prestatie km x 10 <sup>6</sup>
Niet-stedelijk	43,0	34,6	41,0	28,9	84,0	63,5
Stedelijk	27,0	13,9	102,0	68,5	129,0	82,4
Totaal	70,0	48,5	143,0	97,4	213,0	145,9

Tabel 1A. *Verdeling van de aantallen bij ongevallen betrokken fietsers met letsel en de fietsprestatie in miljoenen kilometers in de periode 1987-1991 naar gebied en fietsvoorziening.*

Gebied	Fietsvoorziening		Gescheiden		Totaal	
	Gemengd Aantallen bromf. met letsel	Bromf. prestatie km x 10 <sup>6</sup>	Aantallen bromf. met letsel	Bromf. prestatie km x 10 <sup>6</sup>	Aantallen bromf. met letsel	Bromf. prestatie km x 10 <sup>6</sup>
Niet-stedelijk	45,0	4,6	88,0	5,0	133,0	9,7
Stedelijk	25,0	2,1	111,0	9,2	136,0	11,2
Totaal	70,0	6,7	199,0	14,2	269,0	20,9

Tabel 1B. *Verdeling van de aantallen bij ongevallen betrokken bromfietsers met letsel en de bromfietsprestatie in miljoenen kilometers in de periode 1987-1991 naar gebied en fietsvoorziening.*

Gebied	Fietsvoorziening		
	Gemengd Fietsers met letsel per km x 10 <sup>6</sup>	Gescheiden Fietsers met letsel per km x 10 <sup>6</sup>	Totaal Fietsers met letsel per km x 10 <sup>6</sup>
Niet-stedelijk	1,2	1,4	1,3
Stedelijk	1,9	1,5	1,6
Totaal	1,4	1,5	1,5

Tabel 2A. Aantallen bij ongevallen betrokken fietsers met letsel per miljoen fietskilometers naar gebied en fietsvoorziening.

Gebied	Fietsvoorziening		
	Gemengd Bromfietsers met letsel per km x 10 <sup>6</sup>	Gescheiden Bromfietsers met letsel per km x 10 <sup>6</sup>	Totaal Bromfietsers met letsel per km x 10 <sup>6</sup>
Niet-stedelijk	9,7	17,4	13,7
Stedelijk	12,1	12,1	12,1
Totaal	10,5	14,0	12,9

Tabel 2B. Aantallen bij ongevallen betrokken bromfietsers met letsel per miljoen bromfietskilometers naar gebied en fietsvoorziening.

Gebied	Fietsvoorziening		
	Gemengd Kruispunt- dichtheden	Gescheiden Kruispunt- dichtheden	Totaal Kruispunt- dichtheden
Niet-stedelijk	7,5	6,1	7,1
Stedelijk	7,6	8,4	8,3
Totaal	7,5	7,7	7,6

Tabel 3. Kruispunt-dichtheden, inclusief begin- en eindkruispunt naar gebied en fietsvoorziening.

Gebied	Fietsvoorziening		Totaal Intensiteiten fietsers
	Gemengd Intensiteiten fietsers	Gescheiden Intensiteiten fietsers	
Niet-stedelijk	1024,9	2251,7	1363,3
Stedelijk	2317,0	2278,3	2284,7
Totaal	1219,9	2270,3	1765,4

Tabel 4A. (Met lengte) gewogen intensiteiten van fietsers naar gebied en fietsvoorziening.

Gebied	Fietsvoorziening		Totaal Intensiteiten bromfietsers
	Gemengd Intensiteiten bromfietsers	Gescheiden Intensiteiten bromfietsers	
Niet-stedelijk	137,1	392,7	207,8
Stedelijk	343,9	305,6	312,0
Totaal	168,5	331,7	253,2

Tabel 4B. (Met lengte) gewogen intensiteiten van bromfietsers naar gebied en fietsvoorziening.

Gebied	Fietsvoorziening		Totaal Intensiteiten motorvoertuigen
	Gemengd Intensiteiten motorvoertuigen	Gescheiden Intensiteiten motorvoertuigen	
Niet-stedelijk	3895,0	12226,2	6193,3
Stedelijk	5839,3	8998,0	8472,8
Totaal	4188,5	9964,7	7187,9

Tabel 5. (Met lengte) gewogen intensiteiten van motorvoertuigen naar gebied en fietsvoorziening.

Gebied	Fietsvoorziening		Totaal Gemiddelde snelheden
	Gemengd Gemiddelde snelheden	Gescheiden Gemiddelde snelheden	
Niet-stedelijk	47,4	55,6	49,6
Stedelijk	48,4	57,5	55,9
Totaal	47,5	56,9	52,4

Tabel 6. Gemiddelde snelheden van motorvoertuigen naar gebied en fietsvoorziening.

# Bijlage I. HOMALS-analyse

## 1. Beschrijving HOMALS

HOMALS is een gegeneraliseerd programma voor principale componentenanalyse dat door het gebruik van herschaling van de kenmerken (andere volgorde en andere waarden van de klassen) ook toe te passen is op nominale en ordinale gegevens. Voor het vinden van een optimale oplossing wordt gebruik gemaakt van de kleinste-kwadratenmethode. Hierbij wordt een iteratief proces toegepast om de herschaling van de klassen te verbeteren en de gewichten van de herschaalde variabelen opnieuw vast te stellen, totdat de beste oplossing gevonden wordt.

Deze homogeniteitsanalyse geeft een eenvoudig beeld van complexe relatiesstructuren. Dit beeld wordt bepaald door de keuze van kenmerken die worden onderzocht. De objecten (hier: routevakken) worden in eerste instantie afgebeeld als punten in een ruimte die wordt opgebouwd uit niet-orthogonale dimensies die ieder een kenmerk vertegenwoordigen. De oplossing is een afbeelding in ortho-normale dimensies waarbij zo weinig mogelijk van de oorspronkelijke informatie verloren gaat. Deze oplossing wordt beschreven door de volgende getallen:

- Getallen die aangeven hoe goed de oorspronkelijke meerdimensionale ruimte is af te beelden in een ruimte met minder dimensies. Deze getallen - de 'eigenwaarden' - geven aan hoeveel procent van de totale variatie wordt verklaard door elke volgende dimensie die voor de eenvoudige beschrijving wordt gekozen.

- Getallen die aangeven hoe goed de gekozen dimensies overeenkomen met de oorspronkelijke kenmerken. Deze getallen - de 'discriminatie-maten' - staan in relatie tot de correlaties tussen de kenmerken en geven aan hoeveel variantie van de objecten op het oorspronkelijke kenmerk wordt verklaard na projectie op de nieuwe dimensie.

- Getallen die aangeven waar de individuele objecten in de nieuwe ruimte worden afgebeeld. Deze getallen - de objectscores - zijn in feite de coördinaten in de nieuwe ruimte van de punten die de objecten vertegenwoordigen. Objecten in het centrum van de afbeelding zijn 'doorsnee'-objecten en hebben dus veel gemeenschappelijke kenmerken, objecten aan de rand zijn het meest afwijkend.

- Getallen die aangeven welke objectscores de objecten in een kenmerk gemiddeld hebben op een dimensie. Voor elk kenmerk waarin de objecten in klassen ingedeeld zijn, geldt dat deze getallen - de 'categoriescore of categoriekwantificatie' - veel van elkaar verschillen als de klassen goed van elkaar zijn te onderscheiden, dus weinig overlap vertonen. Dit is het geval bij goed onderscheidende kenmerken. Klassen van kenmerken die goed onderscheiden en dicht bij elkaar liggen hebben veel objecten gemeen: zij vertegenwoordigen homogene groepen.

Hoe groter de afstand van de zwaartepunten van de kenmerken tot het nulpunt, des te groter het aandeel van een kenmerk in het onderscheid tussen de wegsecties. Daarnaast geldt dat hoe kleiner de afstand tussen de zwaartepunten van de kenmerken, des te meer samenhang er bestaat tussen die kenmerken.

Bij de grafische weergave van de afbeelding in bijvoorbeeld twee dimensies gaat uiteraard informatie uit de hogere dimensies verloren. Het beeld dat ontstaat moet dan ook steeds in samenhang met de discriminatiematen

in de hogere dimensies beschouwd worden. Dit betekent dat de getoonde samenhang tussen kenmerken in de grafische afbeelding in twee dimensies alleen dan ook in werkelijkheid aanwezig is als de discriminatiematen van die kenmerken in de hogere dimensies weinig verschillen.

## 2. HOMALS-analyse van fietsroutes

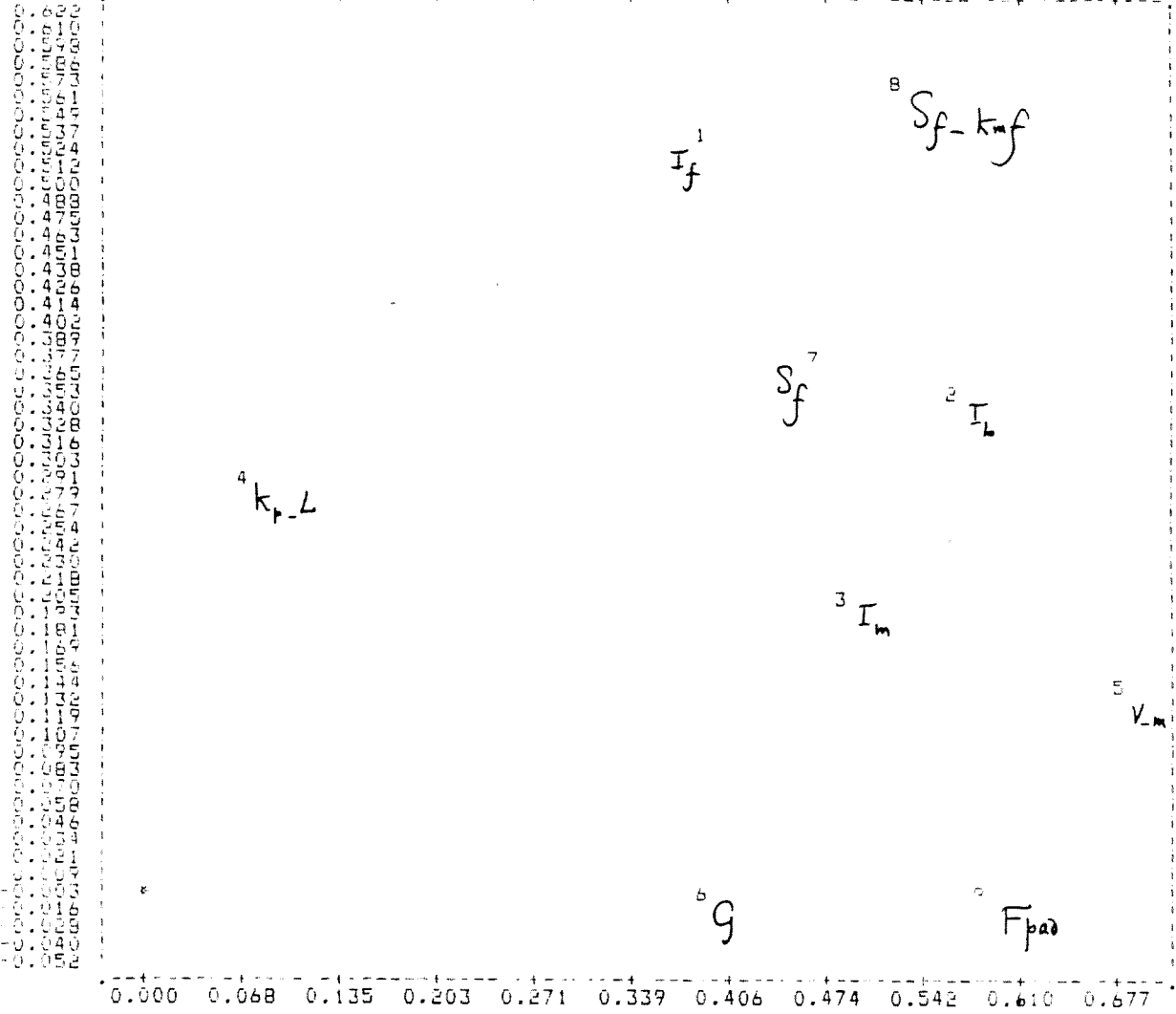
De HOMALS-analyse heeft hier routevakken als analyse-eenheden. HOMALS is een iteratief proces dat stopt als een bepaald convergentie-criterium is bereikt. In dit geval zijn vier dimensies voldoende geweest om een gewenste mate van inzicht te bereiken. In de grafische weergave zijn de eerste twee dimensies tegen elkaar uitgezet: op de horizontale as de discriminatiematen van de eerste dimensie, op de verticale as de discriminatiematen van de tweede dimensie (uit de tabel). Te zien is het volgende: Het aantal bij ongevallen betrokken fietsers per fietskilometer ( $S_{f/kmf}$ , 8) levert het sterkste onderscheid op tussen de routevakken. Dit risico hangt samen met de intensiteit van fietsers ( $I_f$ , 1), het aantal bij ongevallen betrokken fietsers ( $S_f$ , 7) en de intensiteit van bromfietsers ( $I_b$ , 2). Er is nog een groep variabelen met een samenhang, maar een minder sterk onderscheid tussen de routevakken: de aanwezigheid van een fietspad ( $F_{pad}$ , 9), het gebied - stedelijk - niet-stedelijk ( $G$ , 6) -, de snelheid van het gemotoriseerde verkeer ( $V_m$ , 5) en de intensiteit van motorvoertuigen ( $I_m$ , 3). De kruispunt dichtheid is van weinig belang. Conclusie is dat de aanwezigheid van een fietspad samenhangt met de aard van het gebied en met de hoeveelheid en de snelheid van gemotoriseerde verkeer. Het risico van fietsers kan voor een deel verklaard worden uit de aanwezigheid van fietspaden en voor een ander deel uit de intensiteiten van fietsers en bromfietsers.

Dimension	Eigenvalue
1	0,4629
2	0,2750
3	0,2521
4	0,2053

Variables	Dimension			
	1	2	3	4
1	0,392	0,532	0,421 ( $I_f$ )	0,266
2	0,563 ( $I_b$ )	0,356	0,498 ( $I_b$ )	0,307
3	0,487	0,208	0,379	0,074
4	0,074	0,292	0,120	0,205
5	0,677 ( $V_m$ )	0,141	0,128	0,316
6	0,393	0,000	0,007	0,138
7	0,469	0,380	0,345	0,420 ( $S_f$ )
8	0,530 ( $S_{f/kmf}$ )	0,568	0,370	0,122
9	0,581 ( $F_{pad}$ )	0,000	0,001	0,000

Discrimination measures per variable per dimension.

THE PLOT OF THE DISCRIMINATION MEASURES ( \* = ORIGIN )



## Bijlage II. CANALS-analyses

### 1. Beschrijving CANALS

CANALS is een gegeneraliseerd programma voor canonische correlatie-analyse, waarmee alle mengvormen van metrische en niet-metrische kenmerken kunnen worden geanalyseerd. Bij de klassieke canonische correlatie-analyse worden voor afzonderlijke objecten - zoals routevakken - zodanige lineaire combinaties van kenmerken in een eerste, onafhankelijke groep van kenmerken van die objecten berekend dat een maximale correlatie ontstaat met lineaire combinaties van kenmerken in een tweede, afhankelijke groep. Deze correlatie wordt een canonische correlatie-coëfficiënt genoemd. Bij deze klassieke analyse kan alleen met metrische gegevens gewerkt worden.

Bij CANALS worden de (ook nominale en ordinale) kenmerken op zodanige wijze herschaald, dat deze canonische correlatie-coëfficiënten worden gemaximaliseerd. De combinaties van kenmerken kunnen dan ook niet-lineair zijn. In het bijzonder worden hier die combinaties van weg- en verkeerskenmerken gegeven die de beste voorspelling geven van (combinaties van) kenmerken van ongevallen.

Voor het vinden van een optimale oplossing wordt gebruik gemaakt van de kleinste-kwadratenmethode. Hierbij wordt een iteratief proces toegepast om de herschaling van de klassen te verbeteren en de gewichten van de herschaalde kenmerken opnieuw vast te stellen, totdat de beste oplossing gevonden wordt.

### 2. CANALS-analyse van routevakken

Er zijn twee benaderingen toegepast: beide hebben de routevakken als analyse-eenheden. In de eerste benadering is onderzocht welke kenmerken - onder meer het risico - bepalen of er een fietspad op een routevak aanwezig is; in de tweede benadering is onderzocht welke kenmerken van de routevakken - waaronder de aanwezigheid van fietspad - de onveiligheid ervan bepalen.

Conclusie uit de eerste benadering (waarbij de intensiteiten nominaal herschaald zijn) is dat een fietspad aanwezig is bij hogere gemiddelde snelheden van motorvoertuigen (corr. 0,643), in stedelijk gebied (corr. 0,614), en nog bij grotere aantallen bij ongevallen betrokken fietsers (corr. 0,338) en bij hogere intensiteiten van motorvoertuigen (corr. 0,359). Daarnaast zijn de intensiteiten ook nog ordinaal herschaald. Conclusie is dan dat 'onveilig' gepaard gaat met hogere intensiteiten van zowel (brom)fietsers als motorvoertuigen, met stedelijk gebied en met hogere motorvoertuigsnelheden. Als deze twee conclusies gezamenlijk worden beschouwd, levert dit een - vanwege de niet al te sterke correlaties - indicatie op dat het fietspad in stedelijke gebieden onveilig is. In de tweede benadering blijken nogal wat variabelen een samenhang van enig belang te vertonen met het risico. Het is niet duidelijk hoe dit geïnterpreteerd moet worden.



Correlations between the optimally scaled variables of the first set and the canonical variates of the second set for each dimension

---

1	-0,252	
2	-0,227	
3	-0,359 ( $I_m$ )	$I_*$ nominal
4	0,055	
5	-0,643 ( $V_m$ )	
6	-0,614 ( $G$ )	
7	-0,338 ( $S_f$ )	
8	-0,146	

---

Correlations between the optimally scaled variables of the second set and the canonical variates of the second set for each dimension

---

9	-1,000 ( $F_{pad}$ )	
---	----------------------	--

---